

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. СТРУКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
 - 1.1 Общие положения
 - 1.2 Конструктивные разновидности структур
 - 1.3 Деревостальные структуры ЦНИИСК
 - 1.4 Деревостальные структуры Сибстрин
 - 1.5 Деревостальные структуры ХИСИ
 - 1.6 Узлы структур
 - 1.7 Особенности расчета

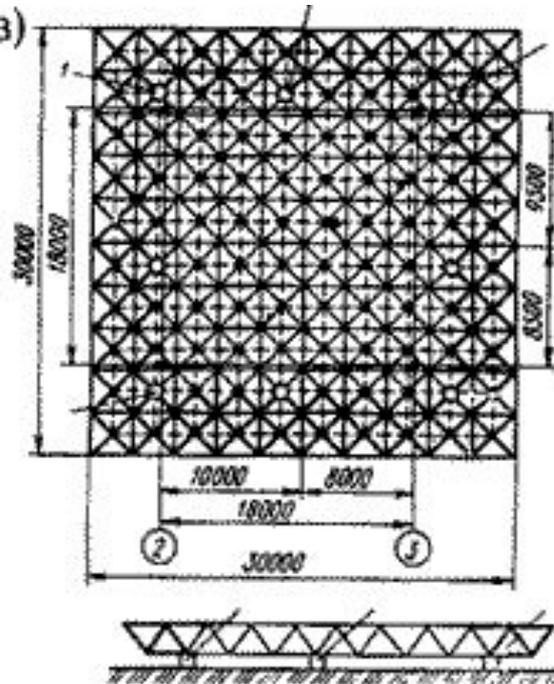
ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ:

.Узлы металлических структурных конструкций

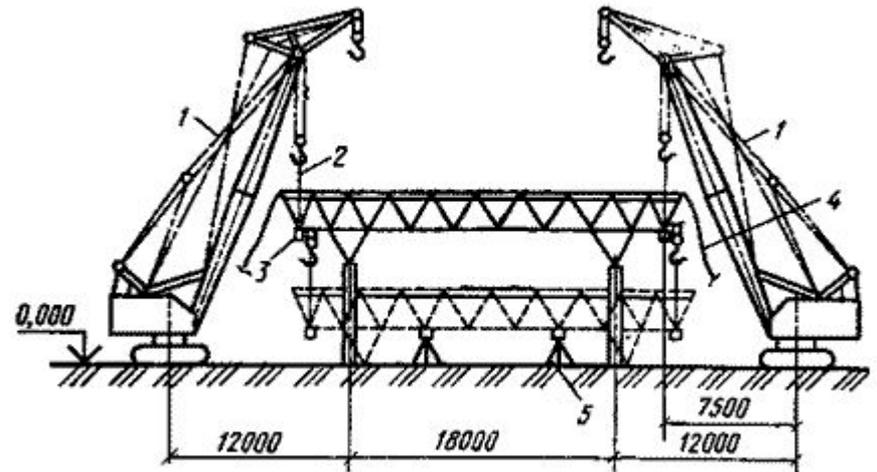
Структурные конструкции представляют собой решетчатые системы покрытий на ячейку, соответствующую размерам сетки колонн: 12×12, 18×12, 24×12, 24×24 м и т. д.

Их выполняют из линейных элементов, пирамид, а так же длинномерных плоских или пространственных ферм. Связующим звеном решетчатых систем является соответственно в первом случае - узловые элементы, во втором - плоские треугольники, в третьем - линейные элементы.

Структурные конструкции монтируют укрупненными блоками.



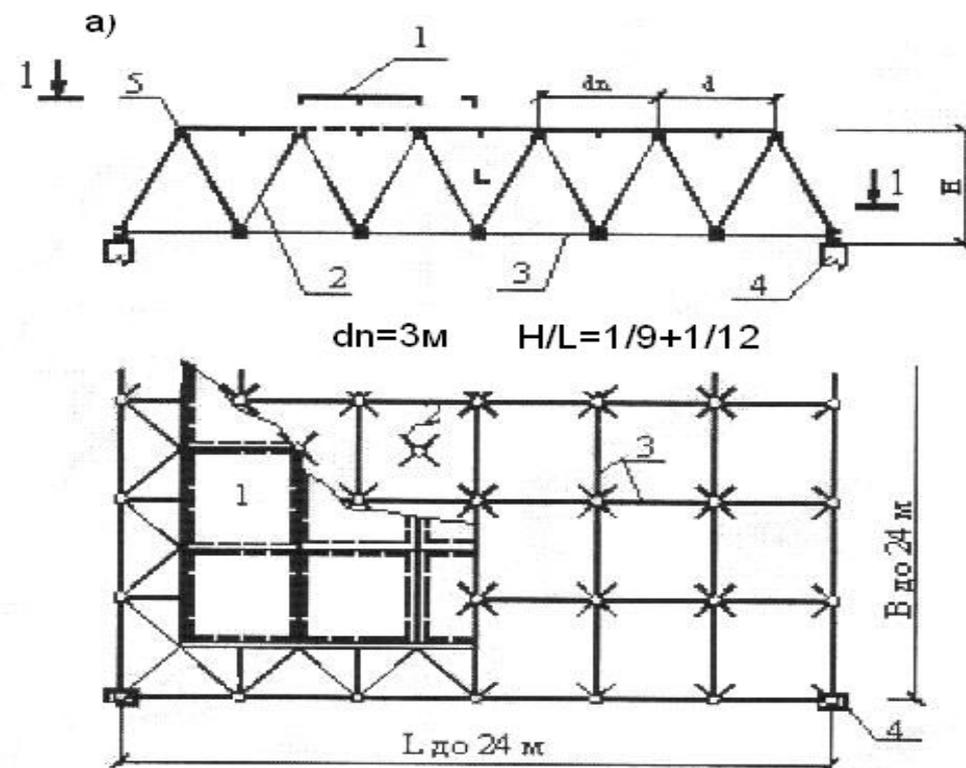
Пример
структурной
конструкции

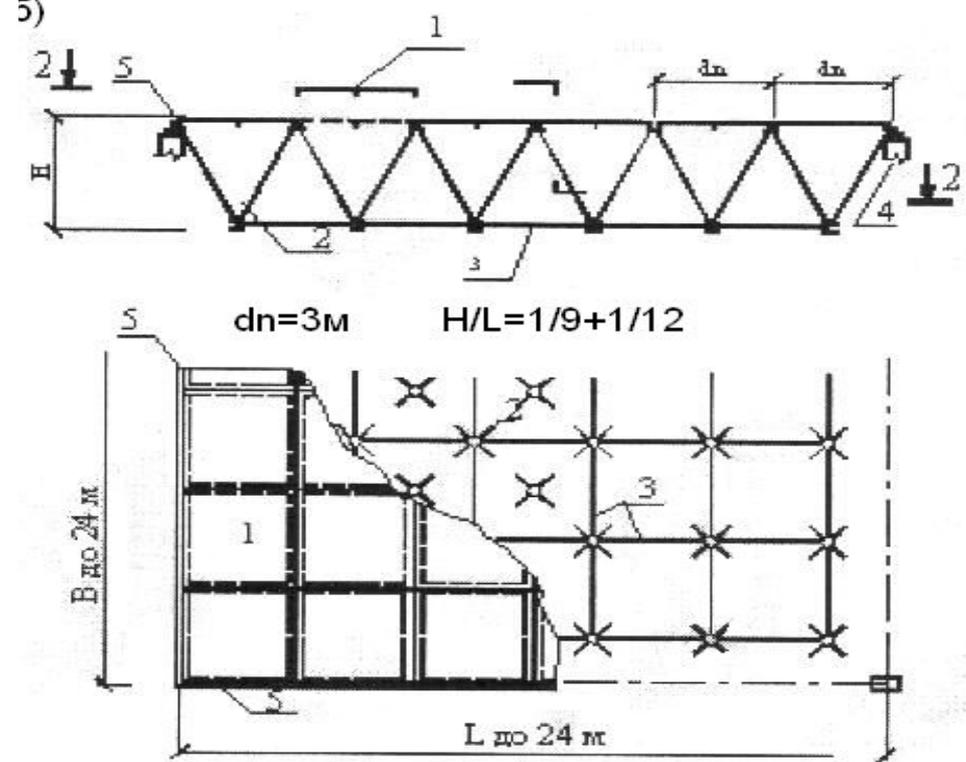


Структурные конструкции рекомендуется применять в покрытиях над зальными помещениями торговых, спортивных, выставочных, зрелищных и других общественных зданий, в частности, в покрытиях над многофункциональными помещениями с гибкими планировками, изменяемыми в плане и по высоте в зависимости от технологических требований и архитектурного замысла.

Структурные конструкции на основе древесины применяют в покрытиях зданий с пролетами до **18...24 м** при соотношении сторон перекрываемых помещений **1:1...1:1,5**.

Опираение структур может быть осуществлено как на узлы нижнего,





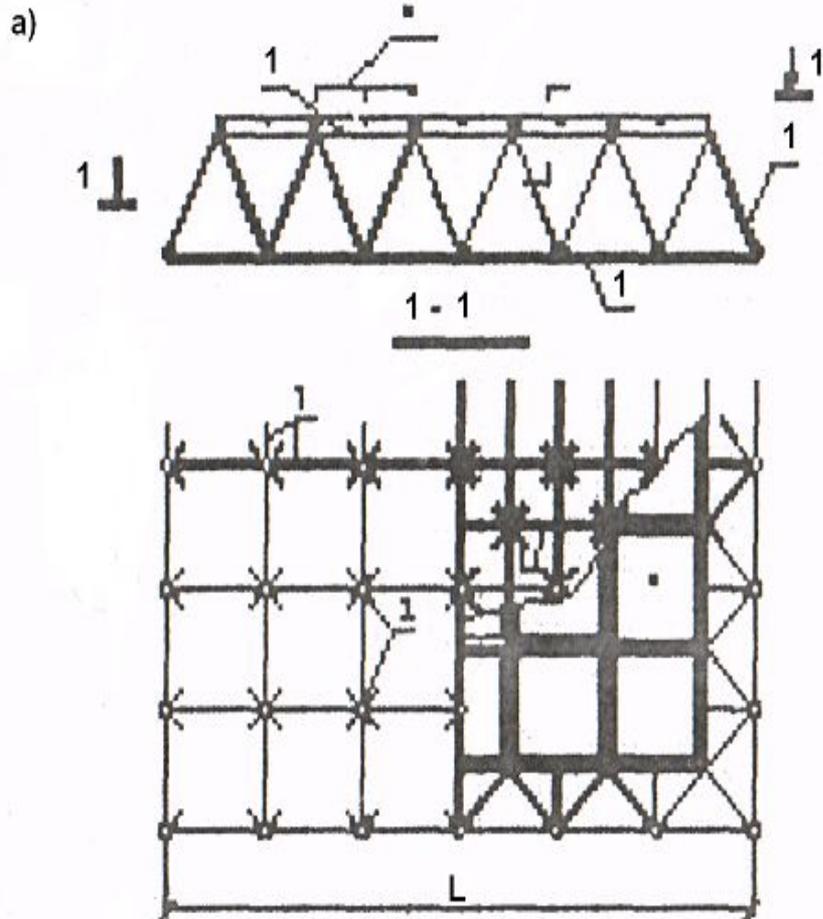
так и на узлы верхнего поясов.

С учетом схем опирания, **высоту** конструкции следует принимать в пределах ***1/9...1/12*** от пролета.

Структуры опираются на опоры, обычно расположенные по контуру помещений с шагом ***3...6 м***; важным достоинством этих конструкций является возможность их опирания только по углам, а так же на опоры, внесенные внутрь помещений, с устройством в структурах разгружающих консолей.

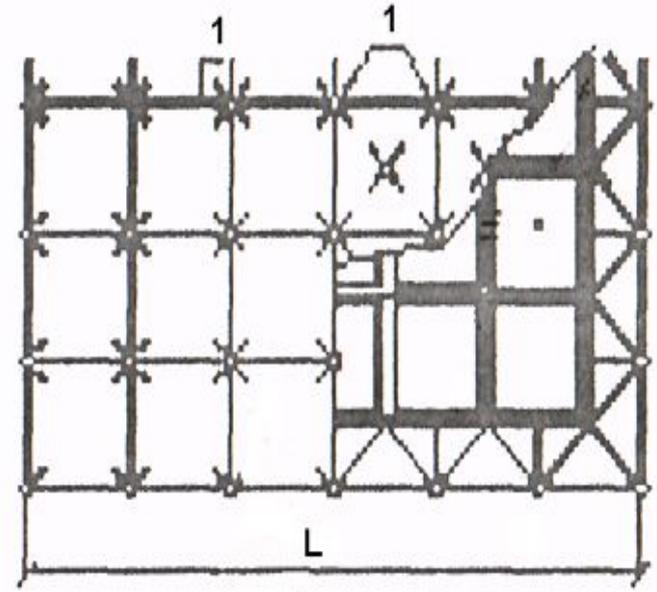
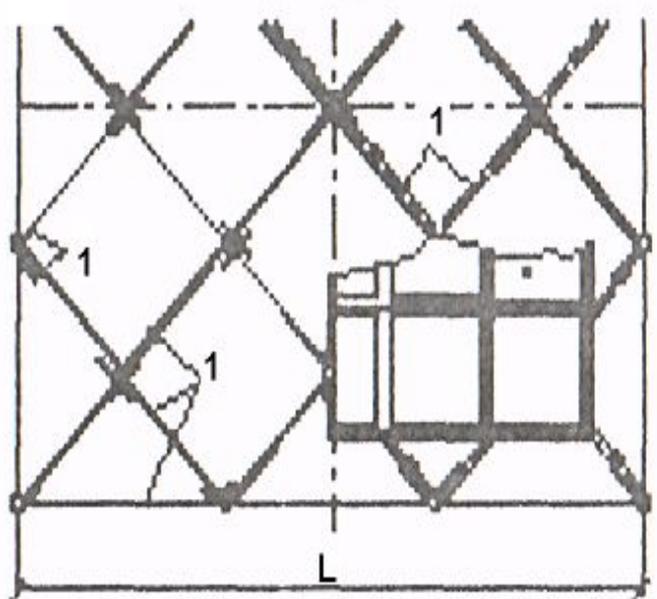
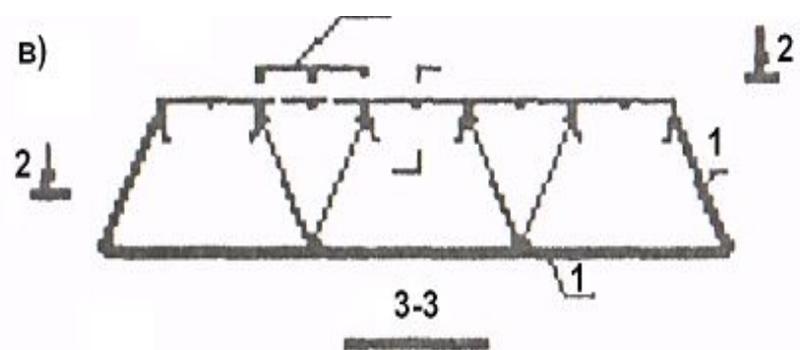
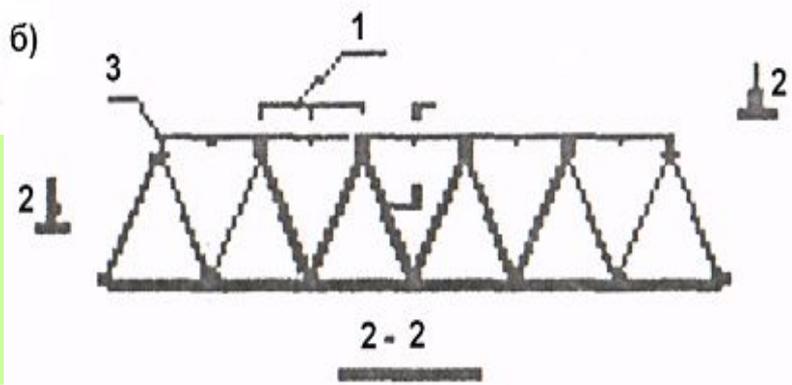
1.2 Конструктивные разновидности структур

Структуры могут быть чисто стержневые (ЦНИИСК), так и с кровельными плитами, включенными в совместную работу образуемой в таком случае пластинчато-стержневой системы (Сибстрин, проф., д.т.н. П.А.Дмитриев, доценты, к.т.н. А.Г. Кондаков и Ю.Д.Стрижаков).

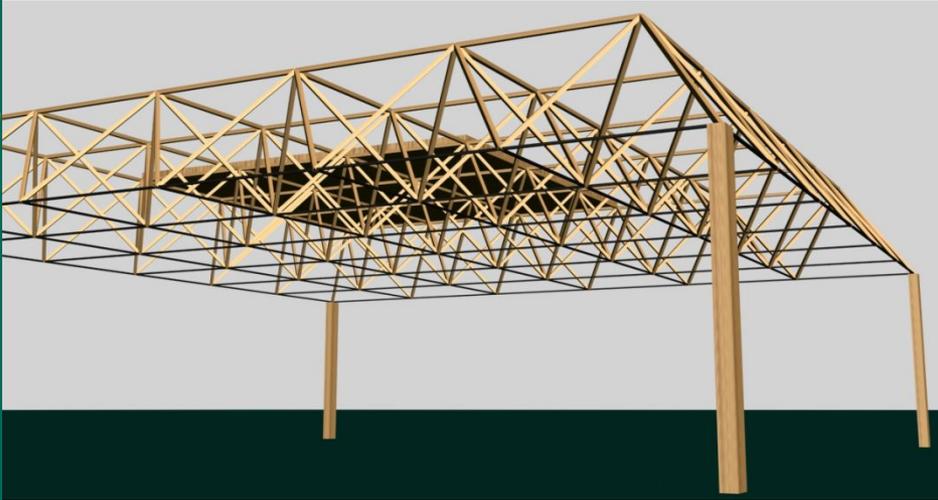
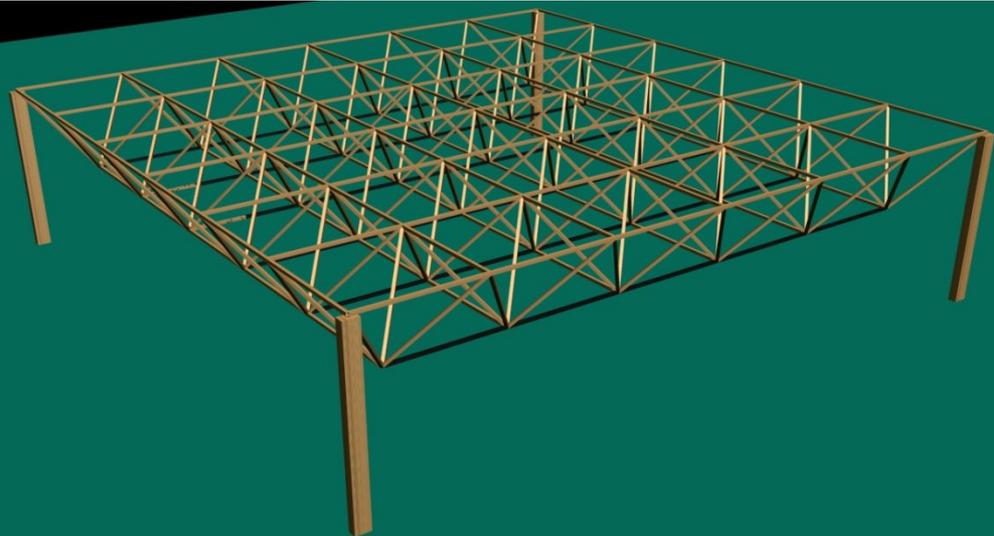


Регулярная стержневая схема
деревостальных структур

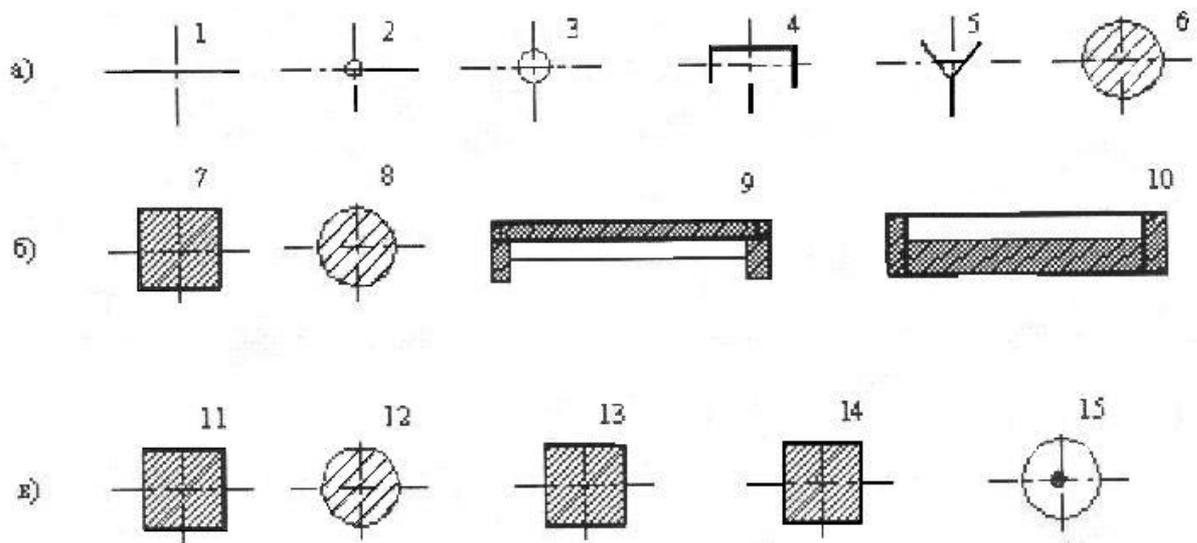
Пластинчато-стержневая
(кровельные плиты включены в
общую работу системы) схема
деревостальных структур



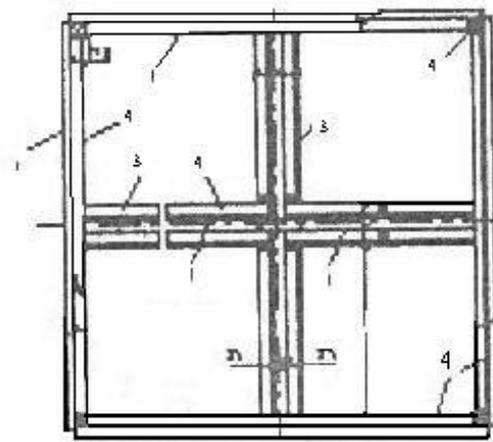
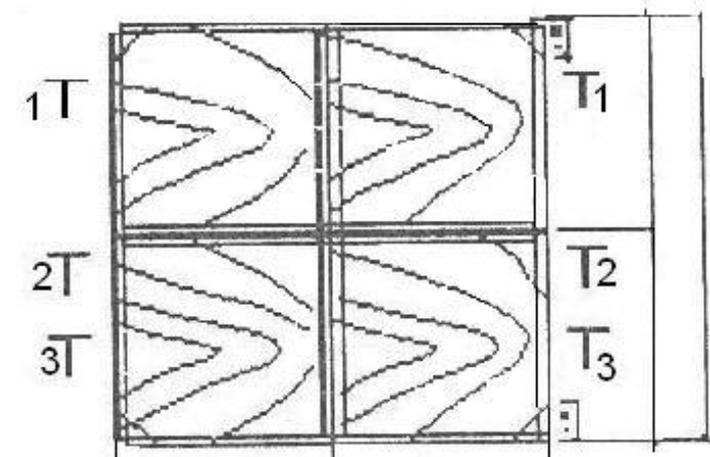
Пластинчато-стержневая с диагональной
ориентацией нижних поясов схема
деревостальных структур.



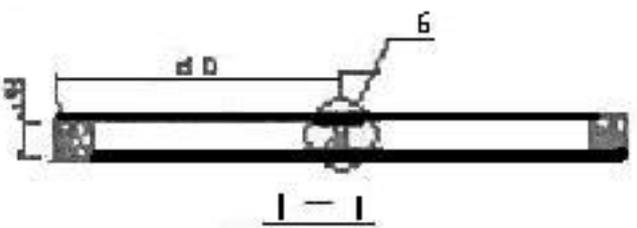
Возможные сечения поясов и раскосов:



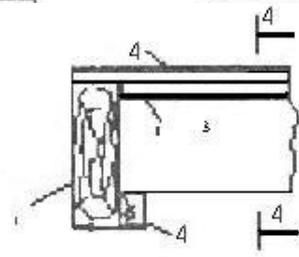
1-5 – стальные профили;
6,8,12 – калиброванные бревна;
7,11 – брусья;
9,10 – клефанерные плиты;
13,14 – брусья армированные;
15 – фанерная труба (ГОСТ 7017-76*) с сердечником из стального тяжа.



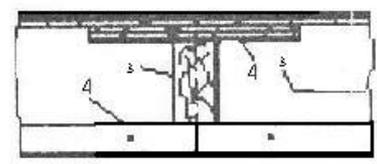
вид Б



1-1

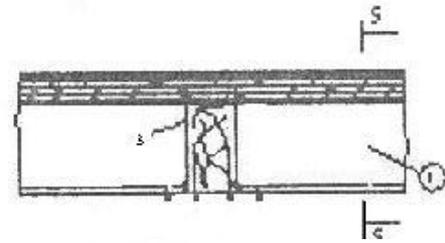


4-4



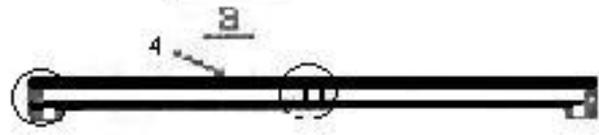
н п н

2-2

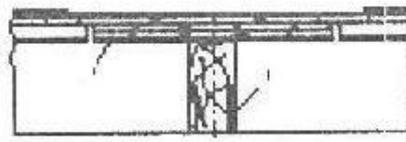


с с

Узлы А,Б



а а



1 - обрамляющие (основные) ребра;
2,3 - вспомогательные ребра; 4 - черепные бруски; 5 - вертикальный угловой брусок; 6 - фанерная обшивка; 7,8,9 - фанерные полосовые накладки; 10 - полосовое железо; 11- арматурная сталь.

Кровельные плиты верхних поясов проектируют как клефанерные, ребристые с одной, обычно верхней, обшивкой из водостойкой фанеры толщиной $\delta \geq 10$ мм, с основными обрамляющими и пересекающимися в центре вспомогательными ребрами из брусьев цельного сечения

Фанерные листы обшивок плит стыкуют на вспомогательных ребрах, расположенных перпендикулярно основным, обрамляющим плиту ребрам, и приклеивают к ребрам с гвоздевым прижимом.

При необходимости листы обшивки могут быть подкреплены диагональными вспомогательными ребрами.

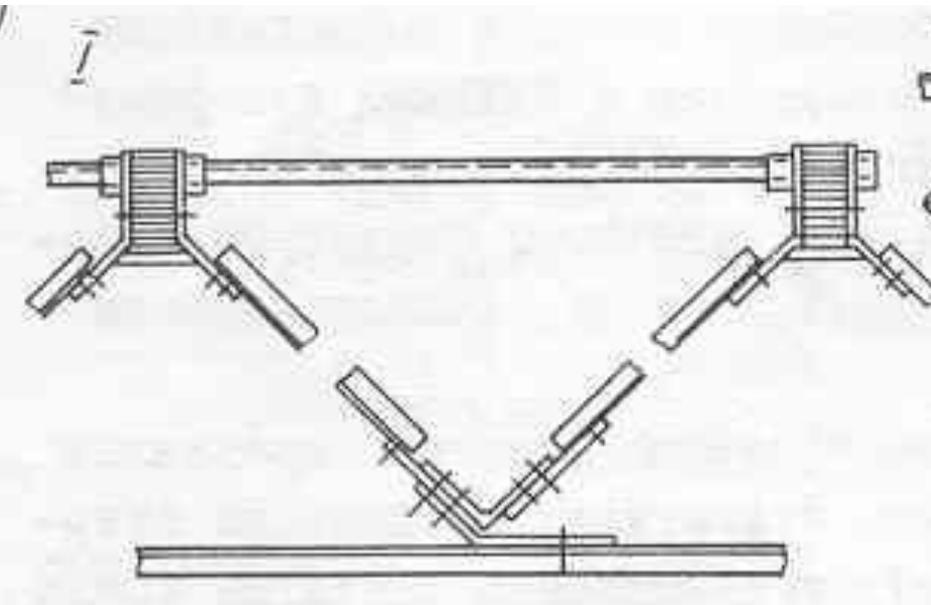
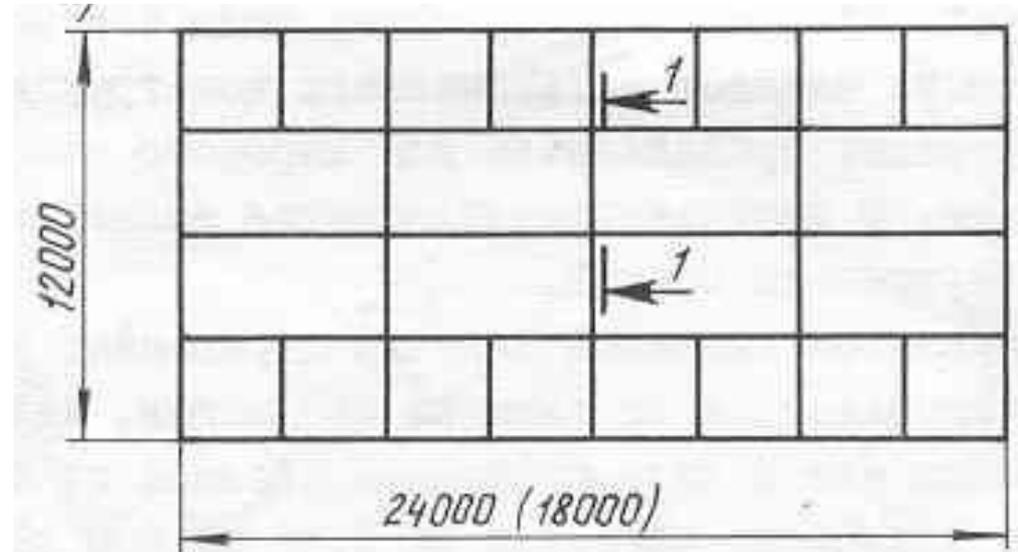
С целью уменьшить поперечные изгибные деформации плит сжимающие усилия, возникающие в плитах как в элементах верхнего пояса, рекомендуется узловые соединения этого пояса конструировать так, чтобы усилия сжатия были восприняты торцами основных ребер с заданными эксцентриситетами.

Проектирование плит верхних поясов как взаимозаменяемых неизбежно имеет следствием перерасход древесины на их основные ребра. Чтобы избежать этого в случае, когда структуры опирают только по углам, оказывается целесообразным устройство дополнительного пояса, устанавливаемого по контуру структуры после ее сборки

1.3 Деревостальные структуры ЦНИИСК

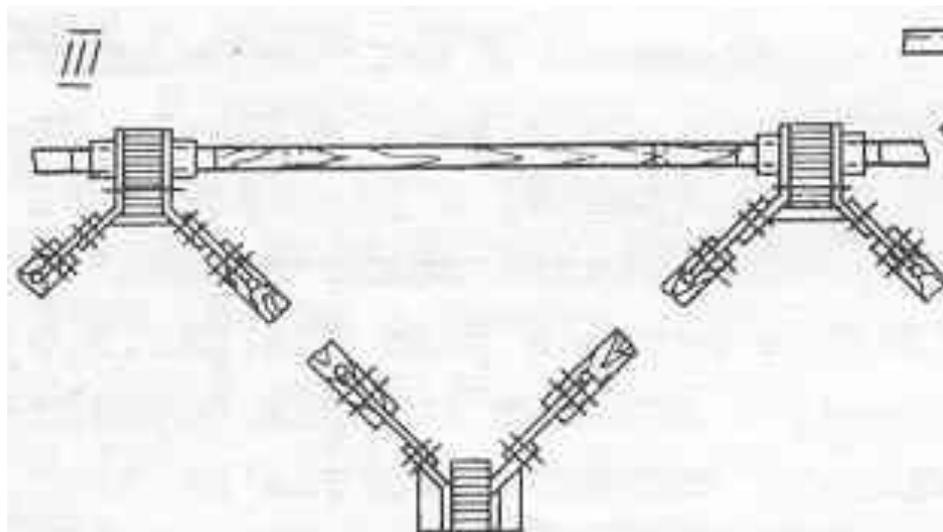
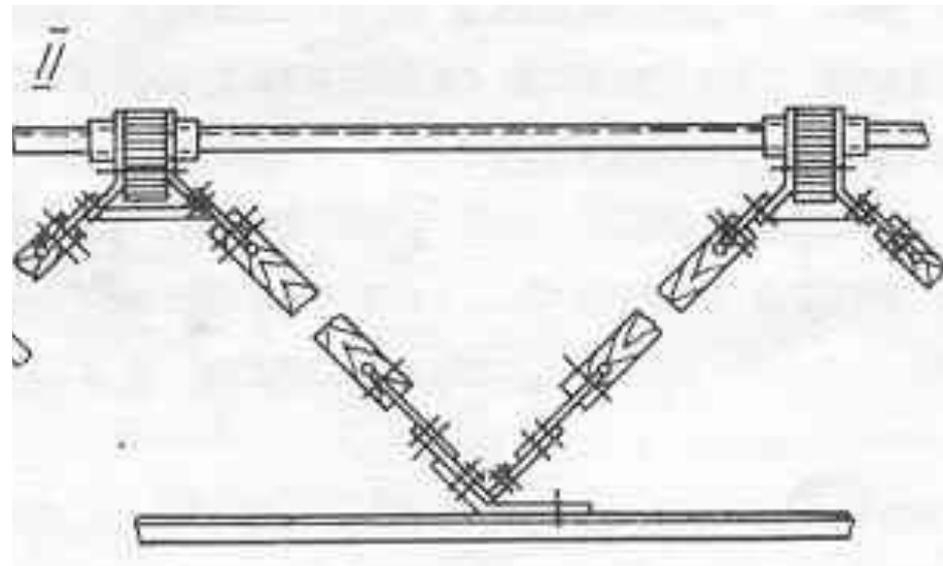
Ранее в ЦНИИСКе были разработаны четыре варианта структурных блоков.

Вариант I. Из цельной или клееной древесины выполняются только верхние продольные пояса. Эти пояса являются наиболее нагруженными сжатыми элементами. Применение древесины обусловлено значительной трудоемкостью изготовления поясов из металла.



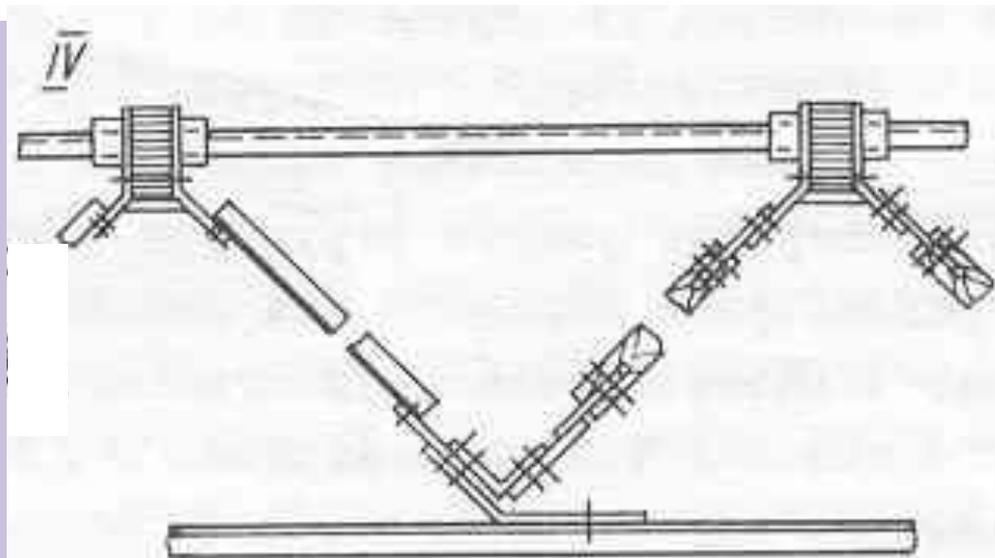
Прочие элементы структурного покрытия выполняются из стальных прокатных равнополочных уголков.

Вариант II. В этом варианте из древесины выполнены верхние продольные пояса и элементы решетки структурного блока. Выполнение из металла торцовых ферм блока и связевых элементов обусловлено требованием удобства монтажа структурного блока, так как жесткие торцовые фермы, смонтированные в первую очередь, служат "матрицей" для последующего монтажа прочих элементов.



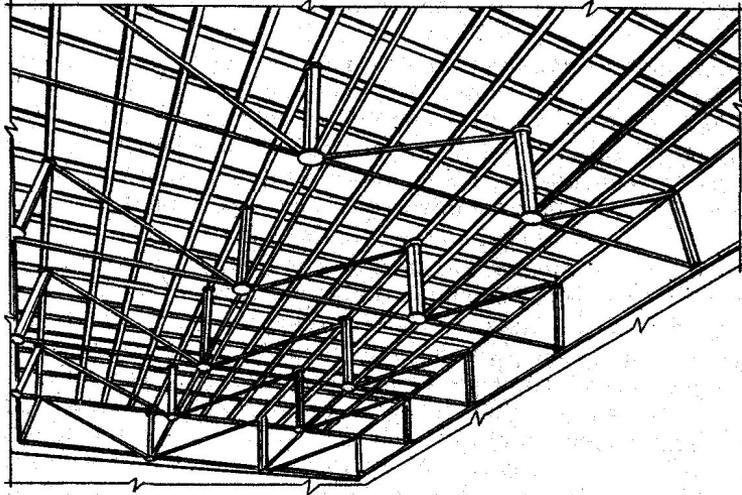
Вариант III. Все стержневые элементы блока по этому варианту деревянные, металлические – фасонки, фланцы, вкладыши. Для деревянных стержней решетки принято из условия унификации только три размера поперечного сечения: ***100×100, 130×130, 160×160 мм.***

Вариант IV. Поскольку расчетное сопротивление на сжатие древесины существенно выше, чем на растяжение, в конструктивном решении этого варианта из древесины выполнены все сжатые элементы. В связи с тем, что показатели IV варианта хуже, чем II, при той же области применения, в дальнейшем IV вариант не рассматривался.

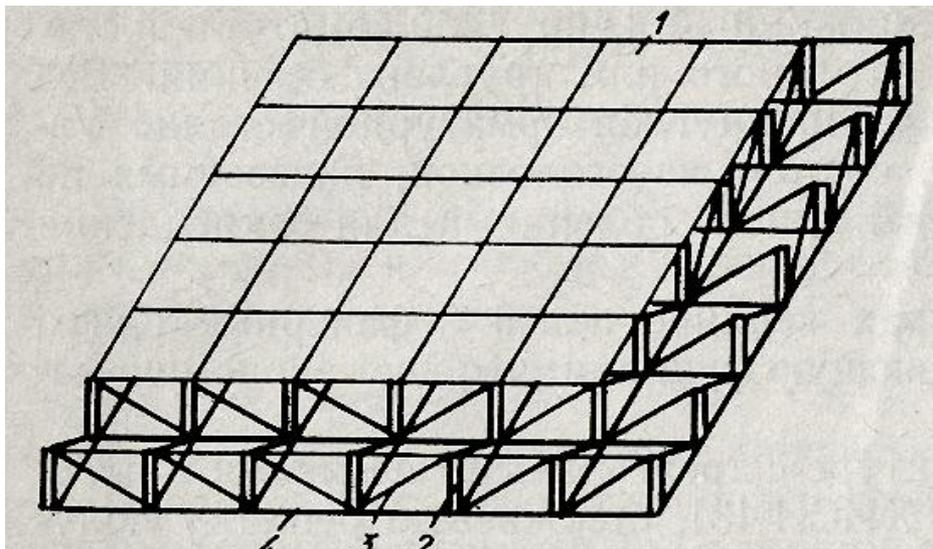
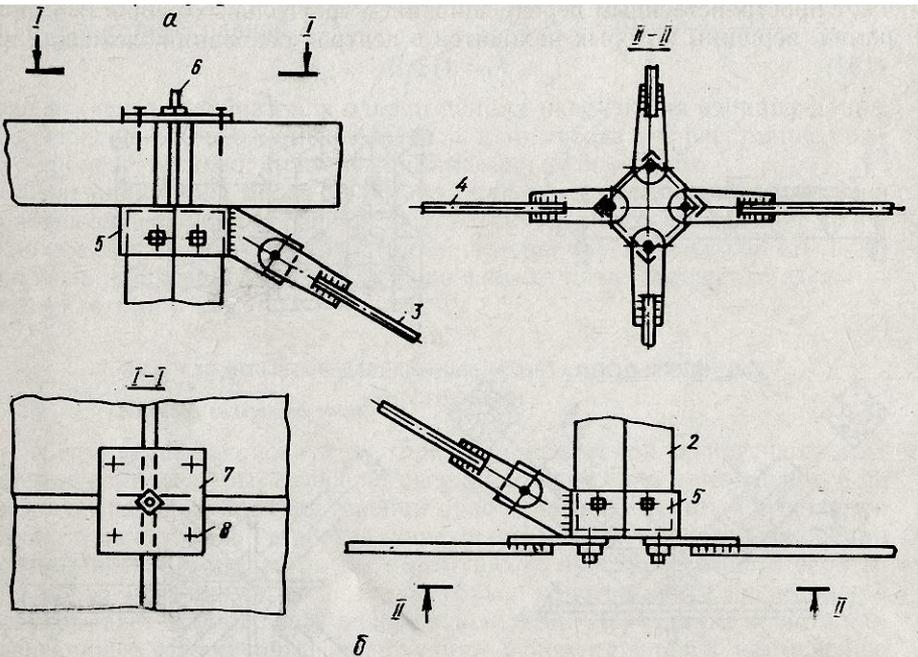


Общим для всех вариантов является наличие деревянных верхних поясов, которые могут выполняться из клееной древесины, одиночных брусьев цельной древесины или в виде составных сечений из брусьев цельной древесины. При диапазоне нагрузок **от 2,85 до 6,0 кПа** размеры сечений верхних поясов составляют соответственно **от 140×220 до 140×500 мм**.

В ЦНИИСКе (проф., д.т.н. Хлебной Я.Ф., к.т.н. Кривцова Г.В.) разработано ортогональное деревостальное структурное покрытие с клефанерными плитами кровли, включенными в работу конструкции.



Конструкция представляет собой систему перекрестных ферм со сжатыми деревянными стойками квадратного или круглого сечения, на которые опираются плиты кровли. Растянутые раскосы и нижний пояс приняты из круглой стали, для соединения элементов между собой предложено несколько вариантов узлов.



Покрытие структурного типа при размере в плане **18×18 м** и высоте **$1,7$ м** состоит из нисходящих от опор раскосов длиной **3150 мм** и стержней нижнего пояса длиной **2840 мм** (прокатный равнобокий уголок **50×5**).

В местах пересечения стержней нижней сетки с ячейкой **3×3 м** предусмотрены клееные брусчатые стойки сечением **130×130 мм**, на которые углами опираются плиты верхнего пояса структуры.

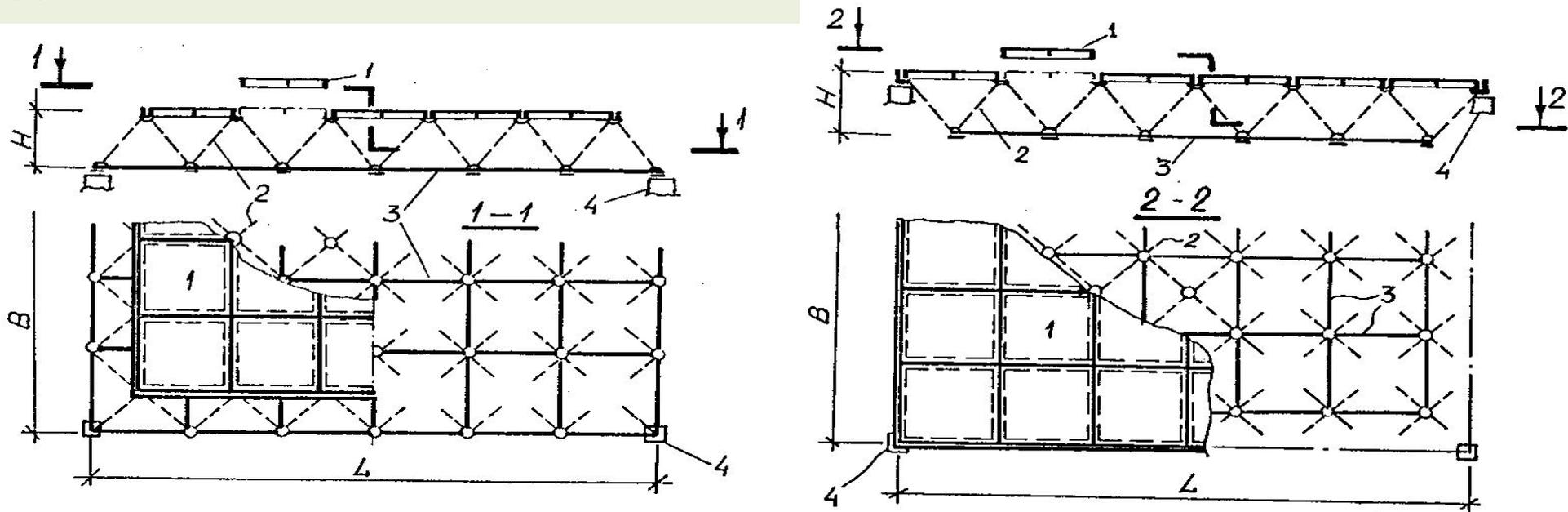
Каркас плиты — из клееных деревянных брусков **70×140 мм**. Взаимно пересекающиеся бруски образуют решетку каркаса с ячейкой **75×75 см**, по верху которой наклеивается обшивка из фанеры марки ФСФ сорта В/ВВ толщиной **10 мм** на водостойком клее.

После монтажа четырех смежных плит и их закрепления на стойке структуры угловые ячейки четырех смежных плит перекрываются заранее отторцованным листом фанеры размером **150×150 см** и прибиваются гвоздями к ребрам каркаса плит. Кроме того, монолитность верхнего слоя обеспечивается установкой металлических или дубовых нагелей, соединяющих крайние ребра каркаса смежных плит по всем четырем граням.

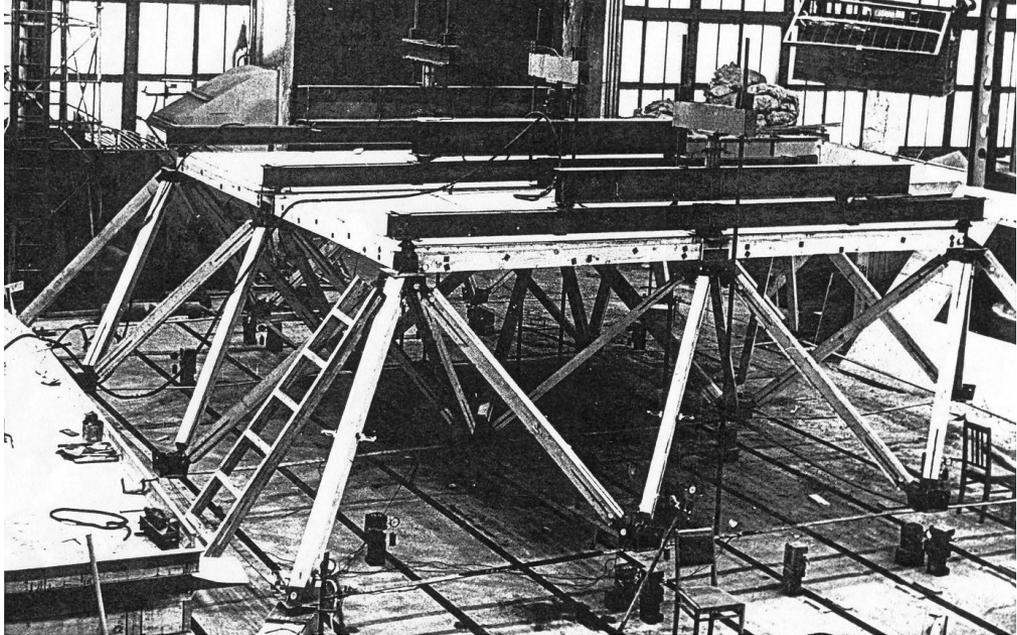
1.4 Деревостальные структуры Сибстрин

В НИСИ им. В.В. Куйбышева под руководством проф., д.т.н Дмитриева П.А. предложены деревостальные структуры, представляющие собой пространственные плитно-стержневые системы, шарнирно опирающиеся на колонны в уровне верхнего или нижнего поясов с размерами в плане **12,0×18,0**

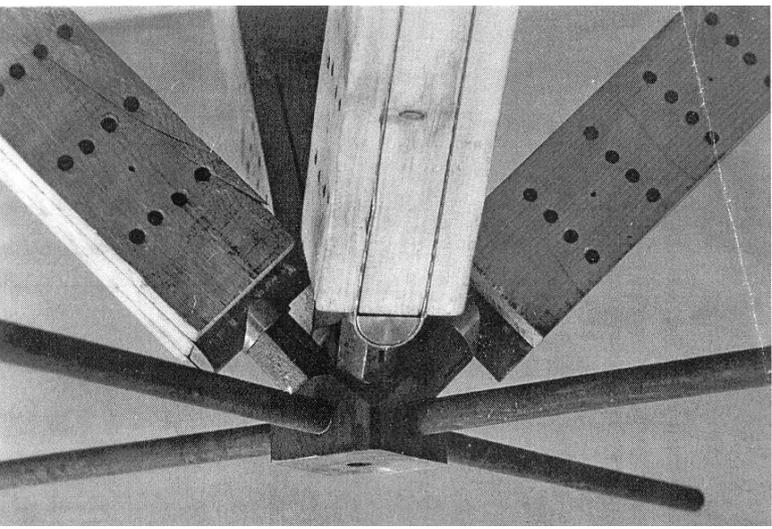
М



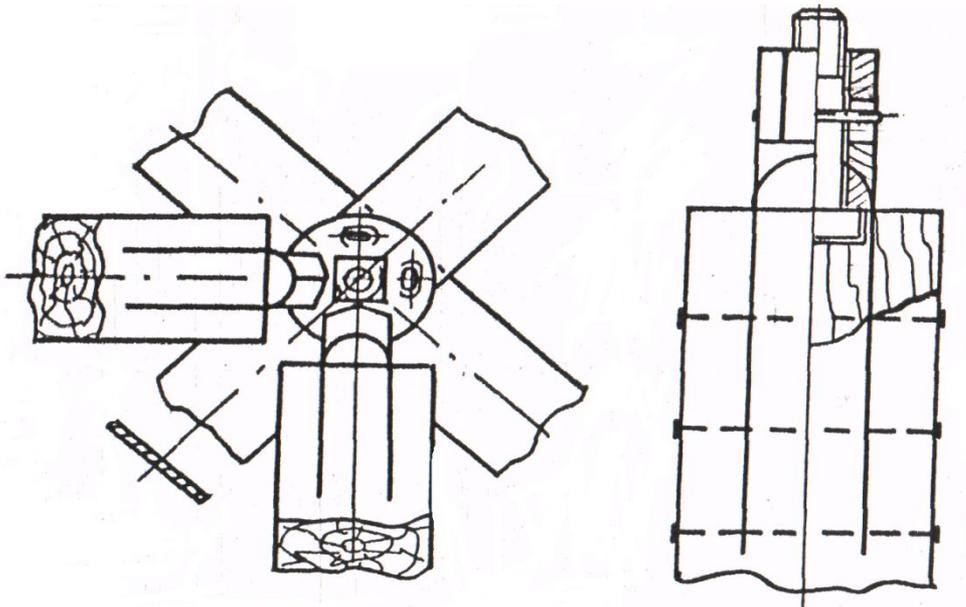
Конструкция состоит из диска верхнего пояса образованного кровельными плитами, выполненными в виде клееных ребристых конструкций, нижний пояс предложено выполнять неразрезными из полосовой стали.



Фрагмент
испытаний
структуры



Узел сопряжения раскосов с
нижним поясом из стержней
круглого сечения.



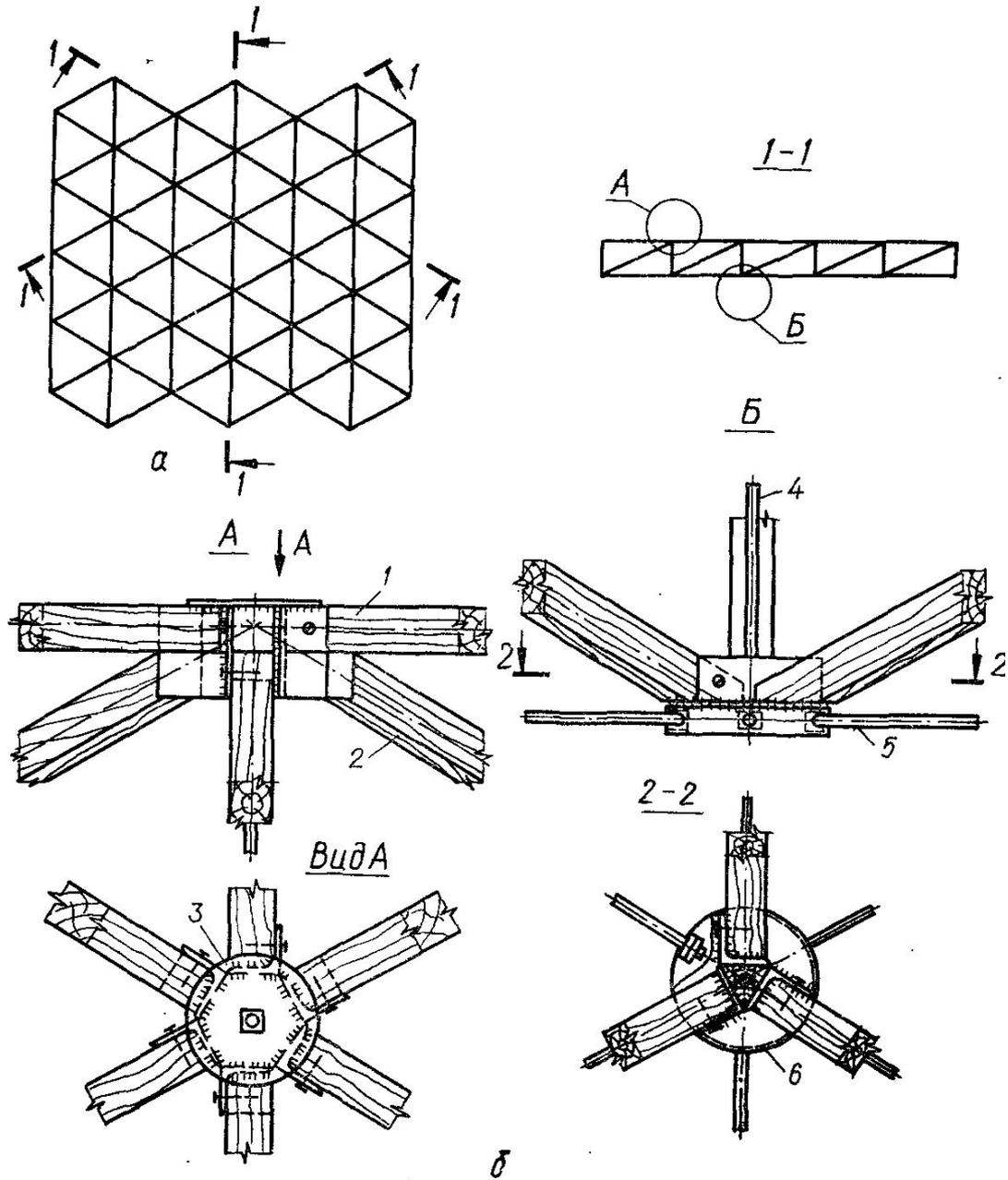
1.5 Деревостальные структуры ХИСИ

В ХИСИ под руководством И.М. Гриня разработаны деревостальные структуры с треугольными ячейками в плоскости поясов.

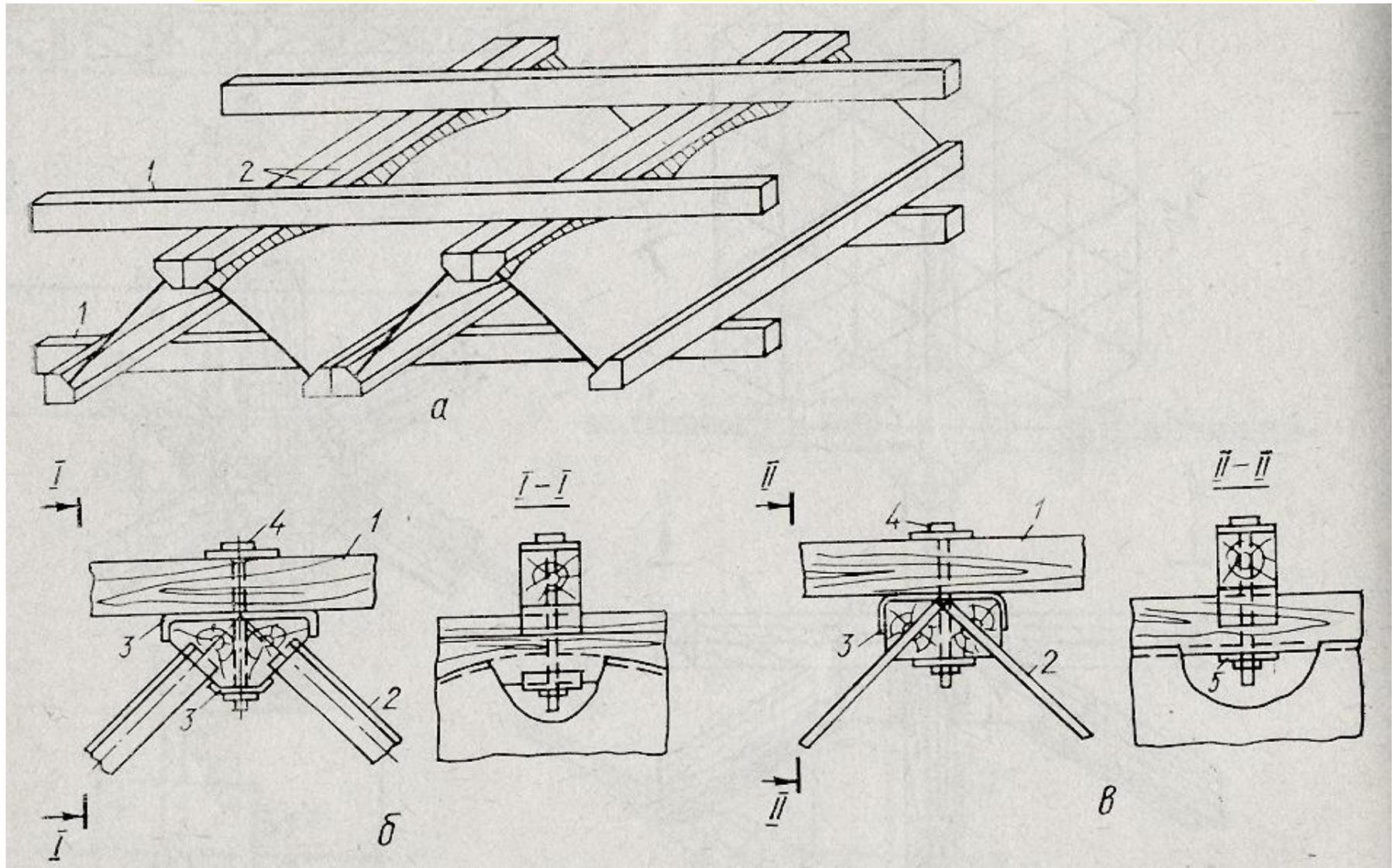
Стержневую решетку получают пространственным перекрещиванием треугольных ребристых пирамид, вершины которых находятся в центрах оснований, лежащих в параллельных плоскостях.

В плане стороны оснований пересекаются, образуя угол **120°**.

Вершины пирамид по вертикали и в плоскости нижней сетки стянуты тяжами.

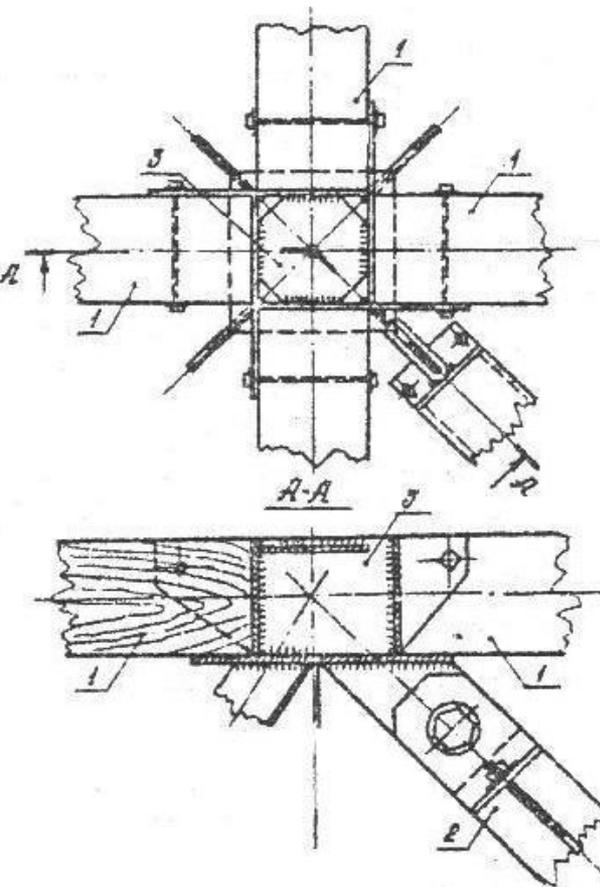


Деревянная ортогональная сплошностенчатая структурная конструкция состоит из наклонно установленных фанерных балок с плоской или фанерной стенкой, объединенных поверху и понизу перпендикулярно расположенными брусчатыми поясами-связями.



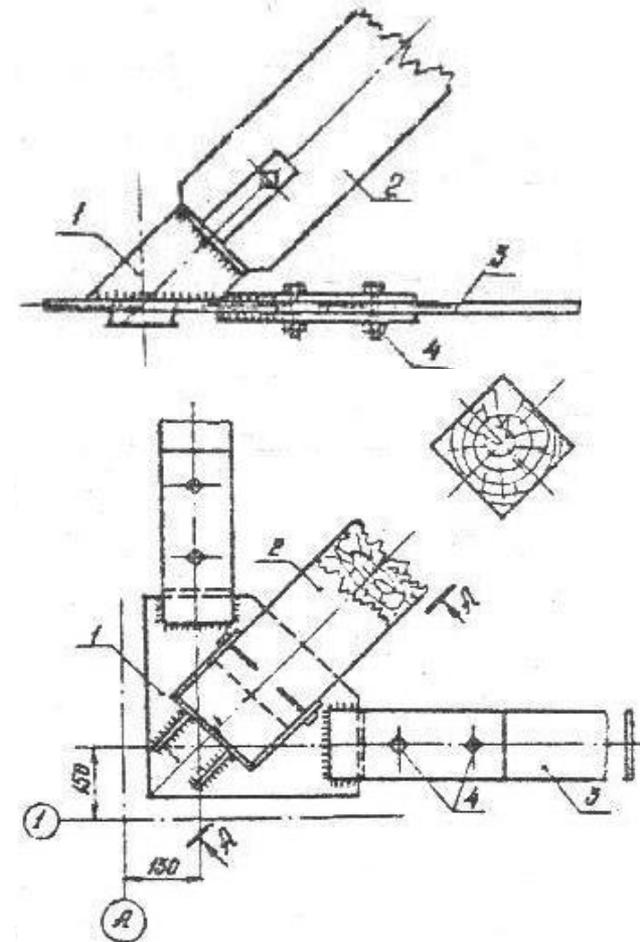
Пояса двух фанерных балок в месте пересечения их с перпендикулярно направленной связью объединяются двумя тарельчатыми шайбами (для балок с волнистой стенкой) или тарельчатой и плоской шайбами (для балок с плоской стенкой), расположенными сверху и снизу.

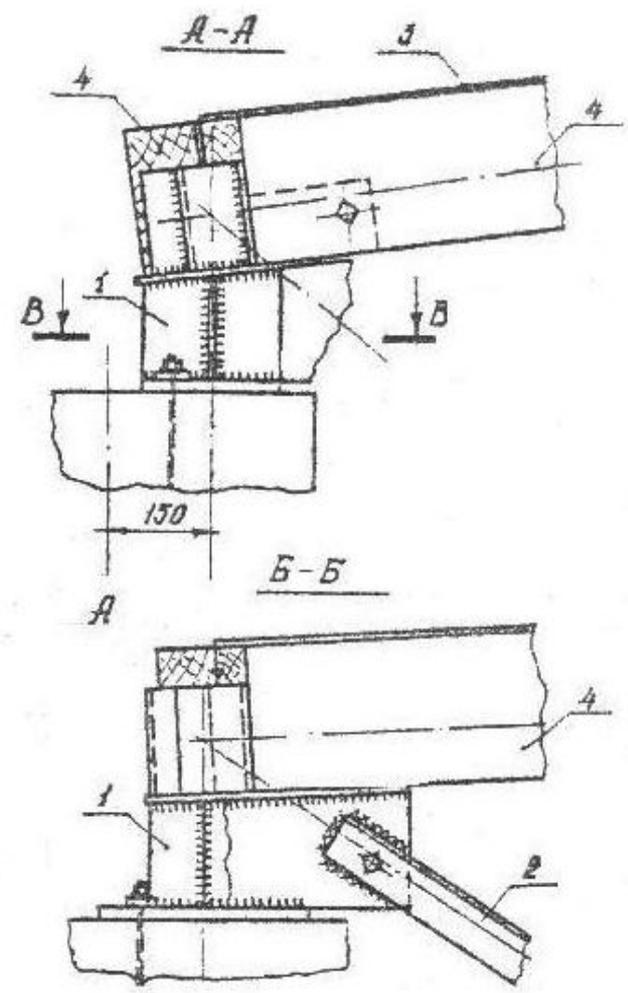
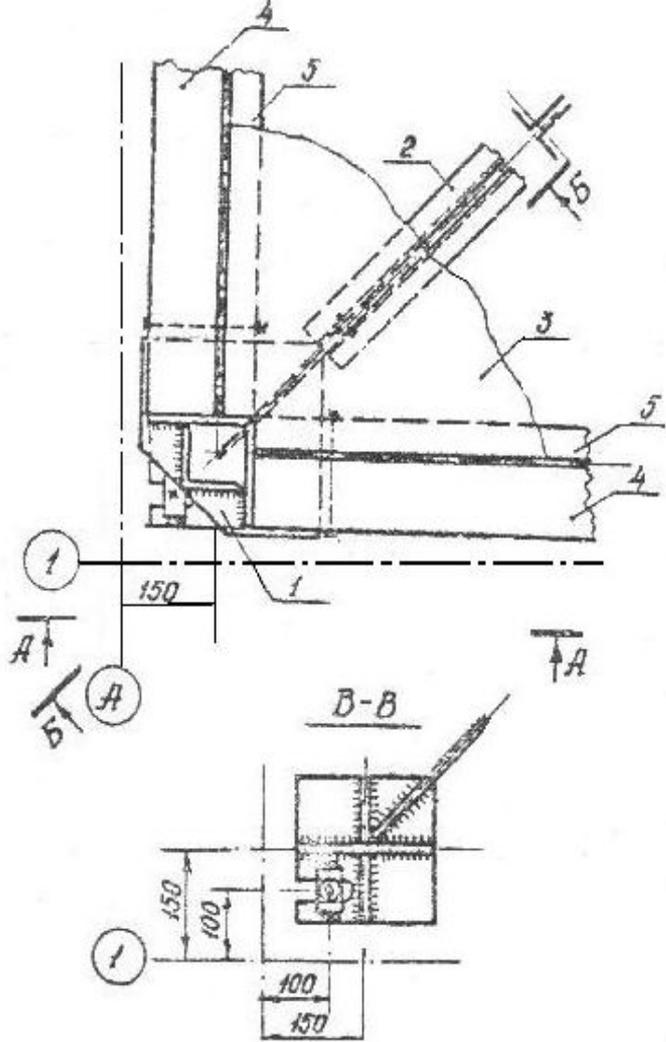
1.6 Узлы структур



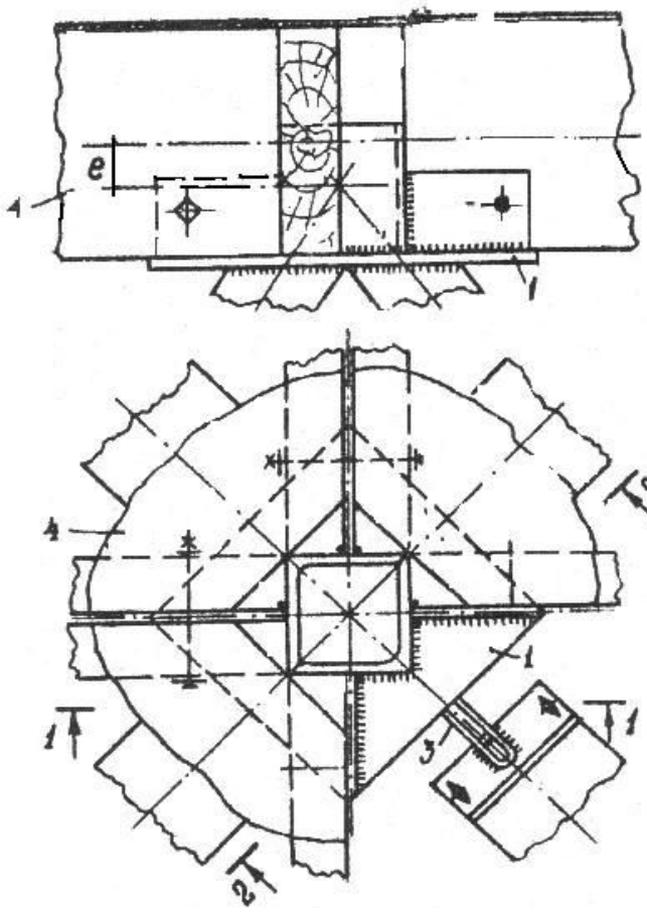
Узел структуры с
верхними
поясами из брусьев

Опорный узел структуры

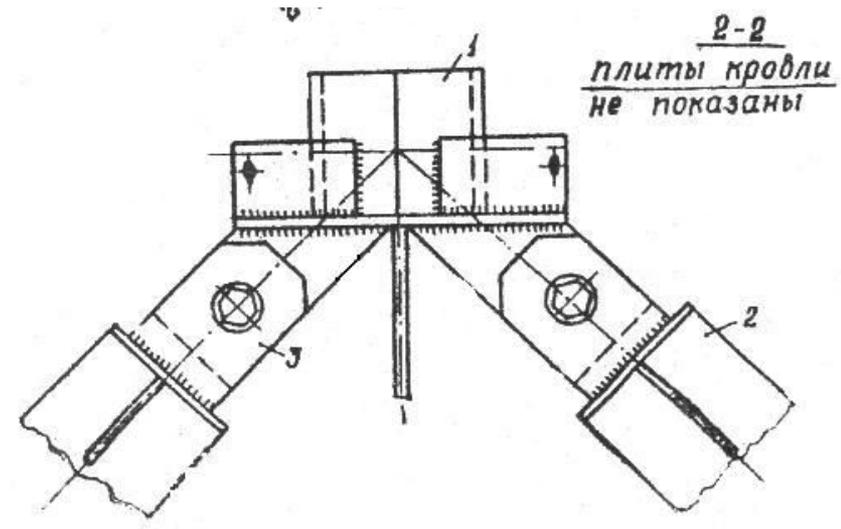




1 - сварной башмак; 2 - опорный раскос; 3 - обшивка плиты; 4 - обрамляющий брус; 5 - основные ребра плит



1-1

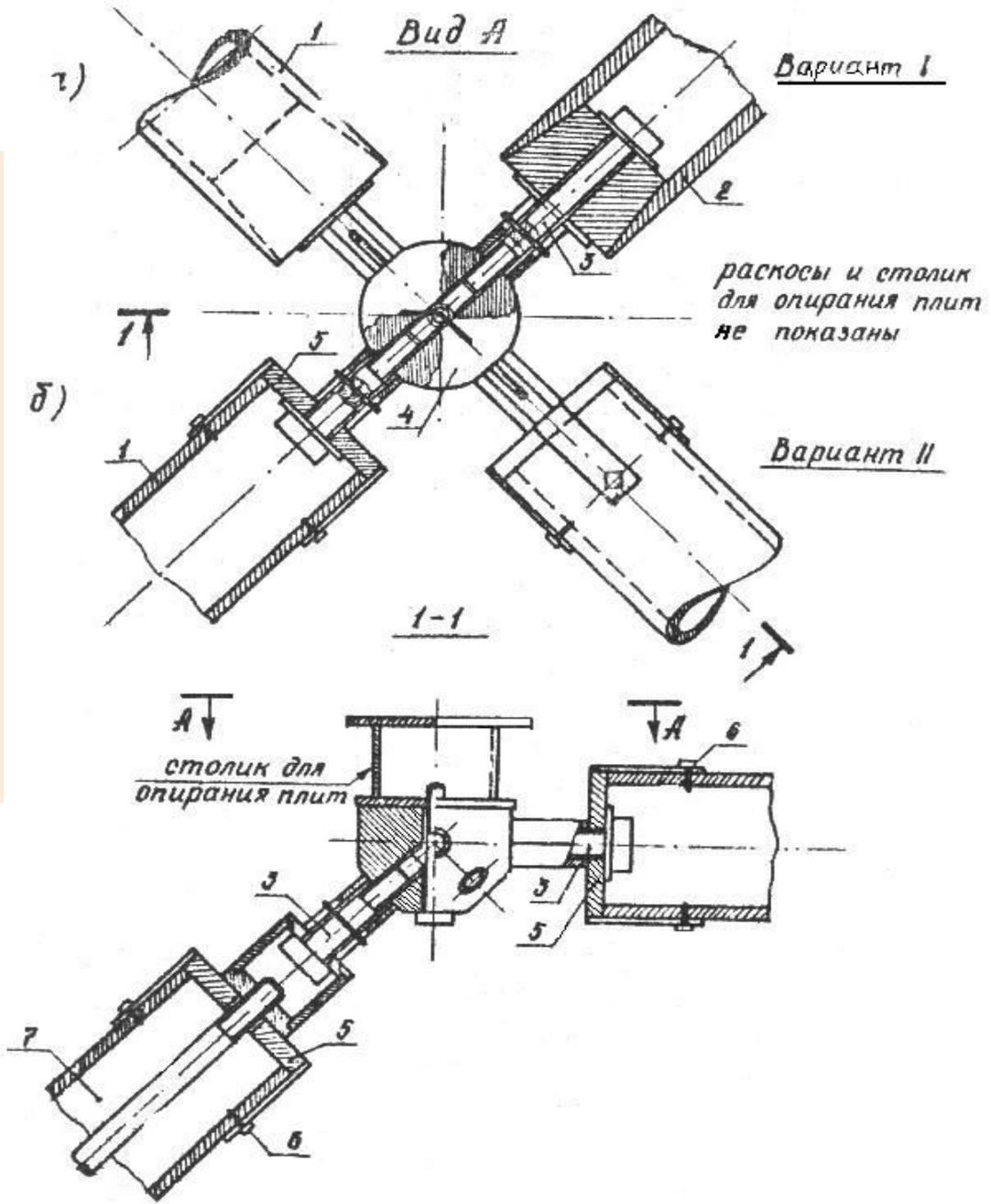


2-2
плиты кровли
не показаны

Опираие клеефанерных плит на сварные башмаки верхнего пояса

1- узловой элемент с опорным стаканом; 2 - раскос; 3 - переходной наконечник; 4 - кровельная плита

1- фанерная труба; 2 - коническая пробка; 3 - болт с поводковой муфтой под ключ; 4 - узловой соединительный элемент;

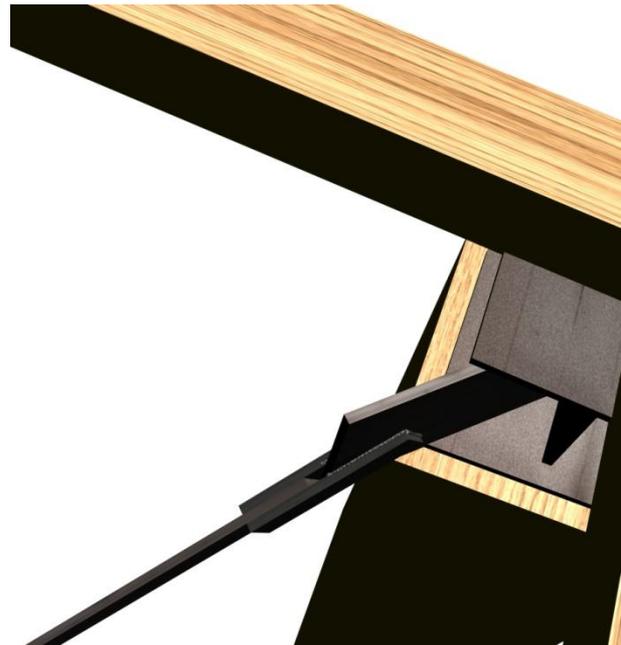
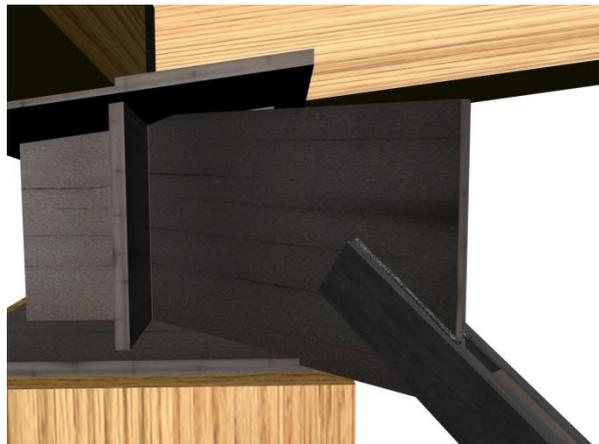


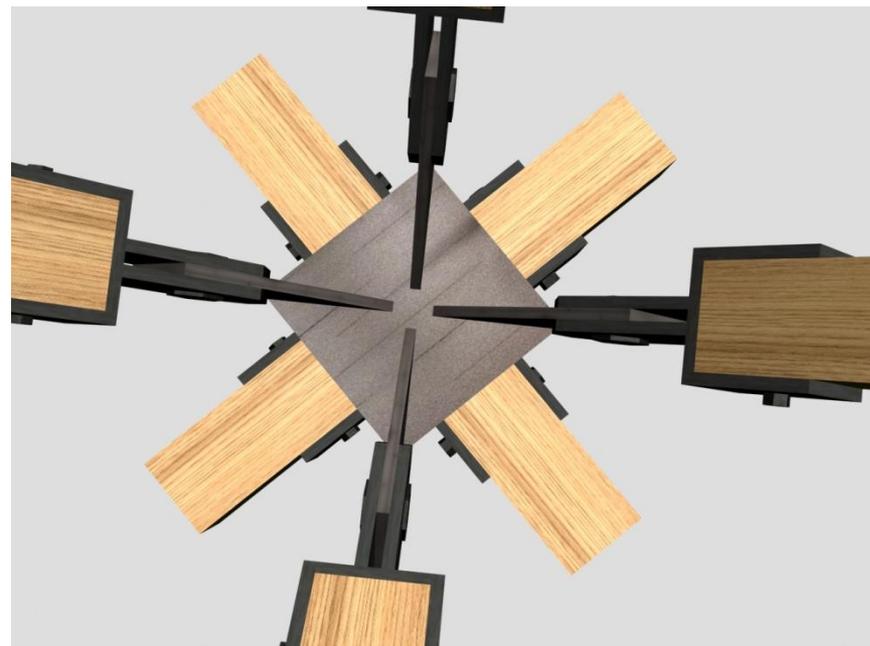
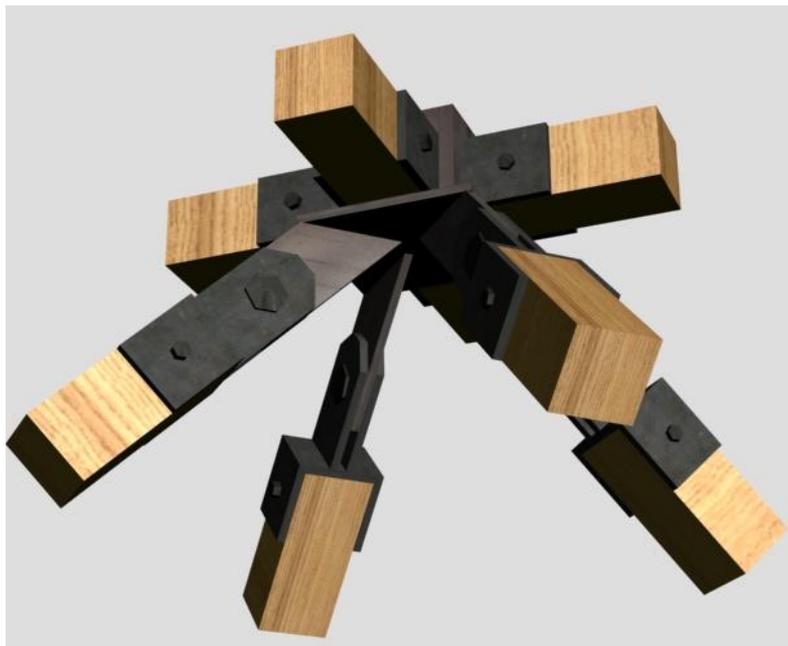
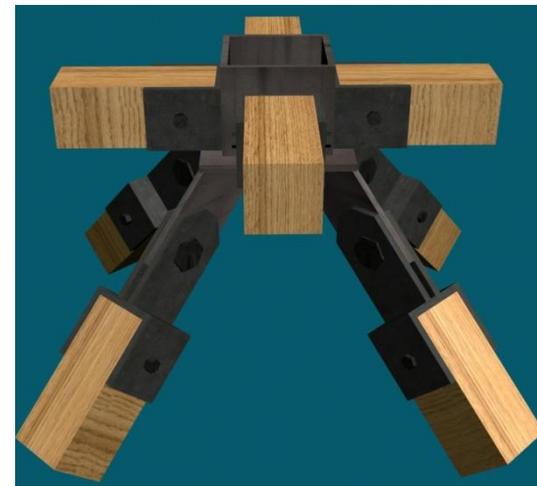
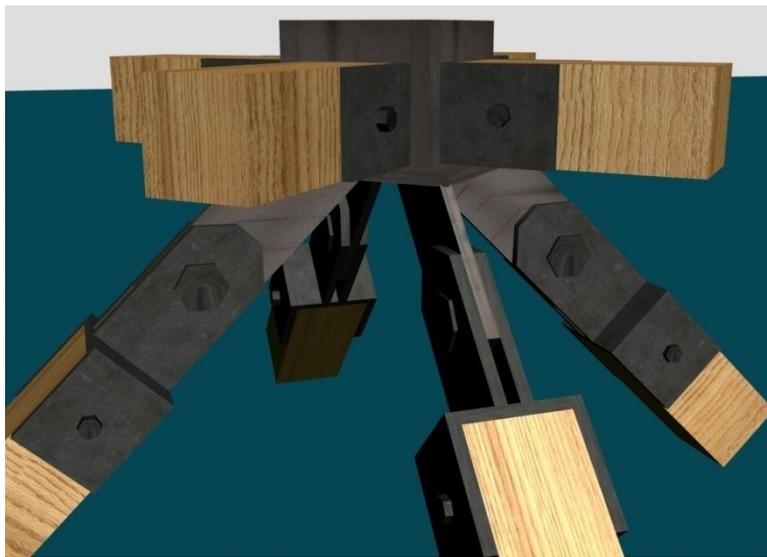
с клееными по концам труб коническими пробками из ДСП

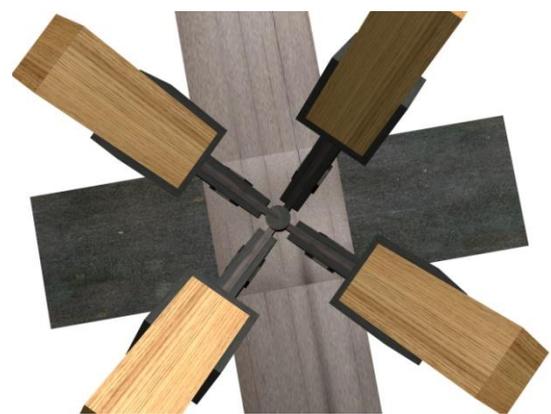
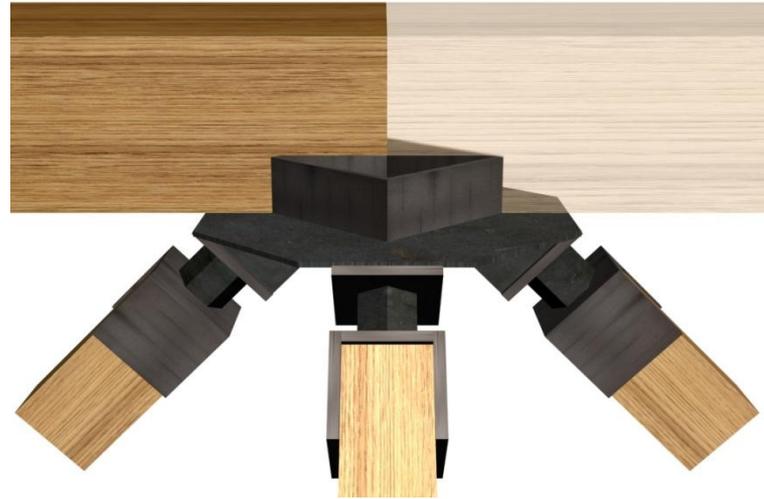
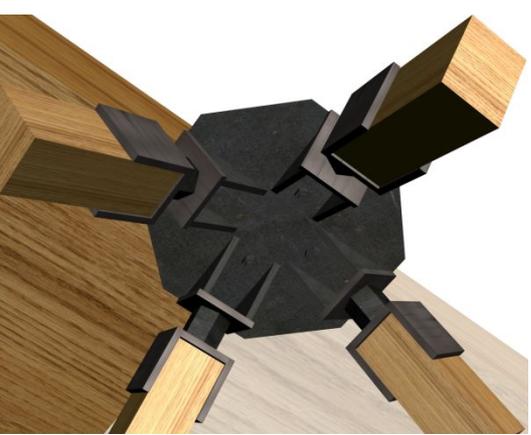
с передачей сжимающих усилий торцам труб на стальные заглушки

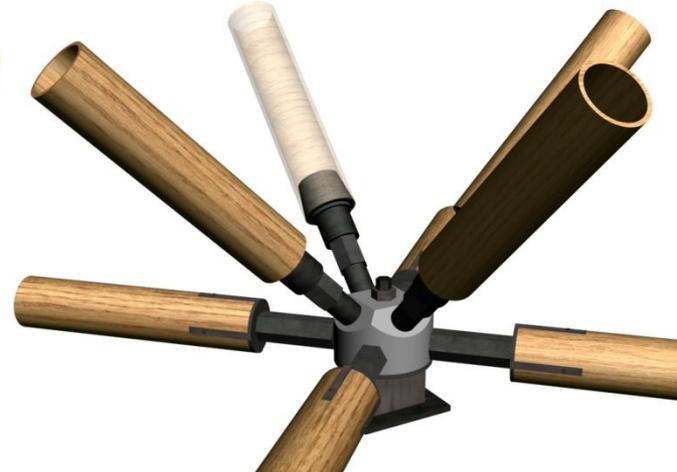
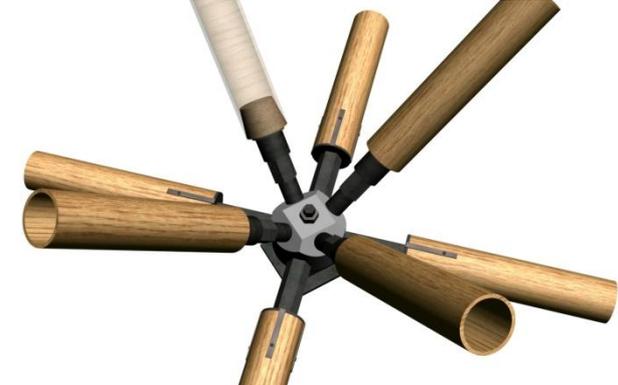
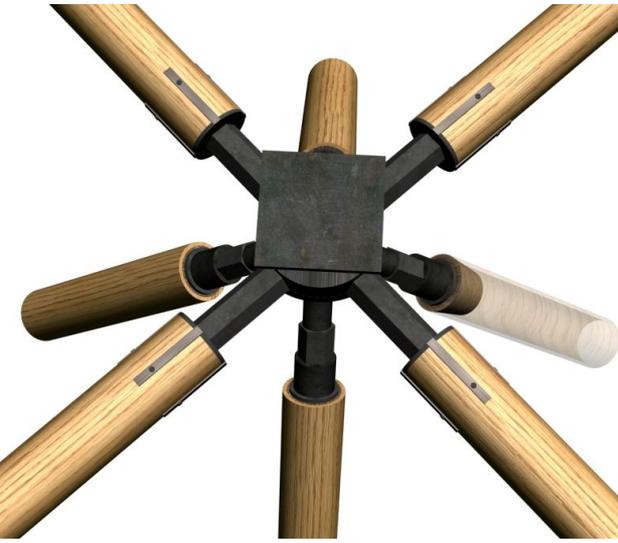
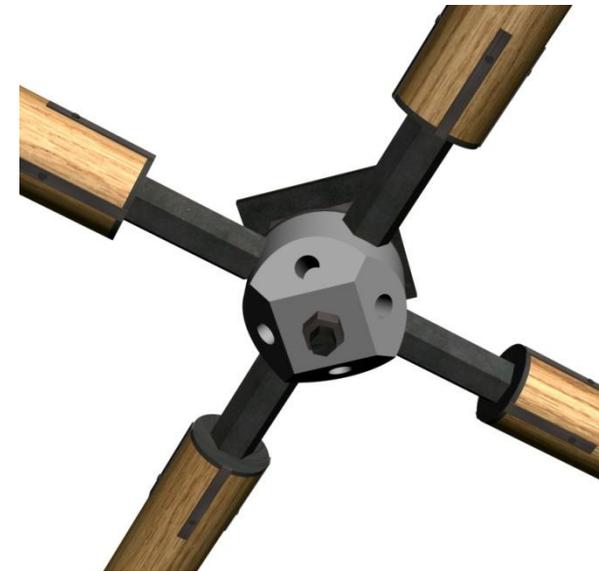
5 - стальная заглушка; 6 - самонарезающий винт; 7 - раскос с сердечником из стального тяга, работающий на знакопеременные нагрузки

Узел структуры из фанерных труб











1.7 Особенности расчета

Структурные конструкции представляют собой многократно статически неопределимые системы, которые рассчитывают как стержневые или пластинчато-стержневые на ЭВМ по программам, реализующим метод конечных элементов.

Вследствие ползучести древесины, в том числе в соединениях, прогиб деревометаллических структур под нагрузками во времени нарастает, постепенно затухая. При этом происходит перераспределение усилий в элементах структур: некоторые из них оказываются под воздействием увеличившихся усилий, а другие – менее напряженными в сравнении с первоначальным состоянием, возникшим сразу после загрузки конструкции.

Эту особенность работы деревометаллических структур необходимо учитывать в расчетах, выявляя картину напряженно-деформированного состояния структуры сразу после ее нагружения расчетными нагрузками, а затем после их длительного воздействия.

Статический расчет структур на ЭВМ рекомендуется производить итерационным методом с учетом деформаций в узловых соединениях (см. лекцию, посвященную фермам).

Структурные конструкции являются геометрически неизменяемой системой. Пространственная работа структур проявляется при действии неравномерных нагрузок. При этом перегрузка большинства стержней, исключая стержни, выход которых из работы превращает систему в механизм, не нарушает нормальной работы конструкции в целом благодаря способности системы к перераспределению усилий. Поскольку структурные плиты, обладая повышенной жесткостью, имеют небольшой собственный вес, их целесообразно применять как большепролетные конструкции.

